知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum

E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

智慧中医的研究进展述评

◎黄炜 程钰 李岳峰
湖北工业大学经济与管理学院 武汉 430064

摘要：[**目的 / 意义**] 总结智慧中医的研究现状，分析目前智慧中医研究中所存在的问题，探讨其未来研究方向。[**方法 / 过程**] 通过分析智慧医疗技术应用现状，并与中医信息化进行对比，发现智慧中医研究主要集中在中医药数据服务、信息基础支撑体系和标准规范体系 3 个方面，且主要集中在技术方面的实现。[**结果 / 结论**] 从 3 个角度分别提出智慧中医未来的研究应该更注重本土化和服务性。

关键词：智慧中医 知识 语义网 本体
分类号：G250

引用格式：黄炜，程钰，李岳峰. 智慧中医的研究进展述评 [J/OL]. 知识管理论坛，2018, 3(2): 49-60[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/125/.

1 智慧中医

中医药是具有浓厚中国特色的医药学，不论是从文化价值还是医疗价值出发，中医药都值得保护、传承和发扬。针对不同受众提供差异化的服务，是如今普及中医药知识的首要目的。邱鸿钟在广东省境内针对不同背景的人群进行中医药服务方面的问卷调查，其中只有 8% 的人明确表示不会接受中医药服务，66.91% 的人明确表示会接受中医药服务 [1]。

从问卷调查的统计结果可以看出，目前人们对中医药服务的认可度较高，但中医药知识传统的传播方式已不适应现代社会，人们需要更为方便、快捷、准确的医疗信息服务。智慧医疗可以在中医药领域知识和受众之间起到良好的渠道作用，既方便受众获取知识，又方便中医药领域工作者为病人提供良好的服务。

智慧中医是现代中医信息服务的继承和发展。相较于现代中医信息服务，智慧中医的优势体现在其集成化和智能化。智慧中医将现代中医信息服务技术集成在一起，与物联网、云计算、人工智能技术和大数据技术相结合，将医疗中的各个环节、模块有机结合、协同。而其智能化则表现在智慧医疗体系的各个架构中，如现代中医信息服务技术的电子病历，在智慧中医中可以采用自然语言处理技术，将病历转变成可直接利用的结构化、半结构化数据。智慧中医和中医信息化在不同业务上的功能区别，如表 1 所示：

基金项目：本文系国家自然科学基金项目“微博环境下实时主动感知网络舆情事件的多核方法研究”(项目编号：71303075) 和“大数据环境下基于特征本体学习的无监督文本分类方法研究”(项目编号：71571064) 的研究成果之一。
作者简介：黄炜 (ORCID：0000-0002-5804-9371)，教授，博士，E-mail：tonny_hw@163.com；程钰 (ORCID：0000-0002-4342-815X)，硕士研究生；李岳峰 (ORCID：0000-0001-5173-9575)，教授，博士。
收稿日期：2017-09-12 发表日期：2018-04-10 本文责任编辑：徐健

表 1 智慧中医与中医信息化的联系与区别

业务	中医信息化	智慧中医
医院管理	整合医院内各大信息系统	协调区域医疗资源
病历管理	记录病人诊断、治疗等情况	记录并对患者情况进行综合分析，针对治疗提出建议
影像管理	提供影像供医生决策	定位病灶、记录病变测量

智慧医疗的体系架构可分为 5 个部分：应用服务平台、应用支撑云平台、基础设施平台、标准规范体系、安全保障体系 [2]。这 5 个部分需要不同的技术来实现各自的功能，其中应用服务平台、基础设施平台、安全保障体系是基于硬件平台实施的，而应用支撑云平台和标准规范体系是基于互联网和数据库实现的。智慧中医是在中医体系下，借助智慧医疗的理念和技术，实现中医诊治的智慧化。智慧医疗为智慧中医提供理念和技术，在智慧医疗的基础上融合中医特色诊疗，是智慧医疗发展的新方向。

智慧中医的内涵是以智慧化手段完成中医式诊治，系统的诊治在中医的思维模式下进行，整个过程包含以下问题：①首要任务是完成问诊的智慧化，也就是实现“望闻问切”的智慧化；②如何将中医独特思维规则化、数据化，在智慧中医中体现出来？③将智慧中医处理得来的结果，以用户能理解的内容形式向用户提供服务。同时，为了消除不同用户之间描述形式不同造成的异构问题，智慧中医系统数据的采集、处理和存储必须要在统一的规范体系下进行。

通过搜集智慧医疗与中医药领域知识的相关文章，发现目前智慧中医存在的问题主要集中在中医药的数据服务、信息基础支撑平台和标准规范体系，本研究从这 3 个方面分析其现状、问题和未来发展的趋势。

2 中医药数据服务

钱学森先生在研究《黄帝内经》等中医药古籍文献时指出，中医并非是类似西医那样的现代科学，而是基于中国独特哲学体系的经验医学 [3]。因此，研究古籍和诊疗记录，并引入知识管理的理念，对中医药知识进行处理、组织，可以使人们更好的理解中医、推广中医。

但是中医药领域留下的资料大多是以文言文形式呈现，且多以师徒传承方式传承知识。这就造成中医药知识表达晦涩、模糊，是典型的隐性知识，如何将隐性知识转换为显性知识，是困扰中医药发展的一大难题。SECI 模型 [4] 是一种关于显隐性知识相互转换的模型，具体如图 1 所示：

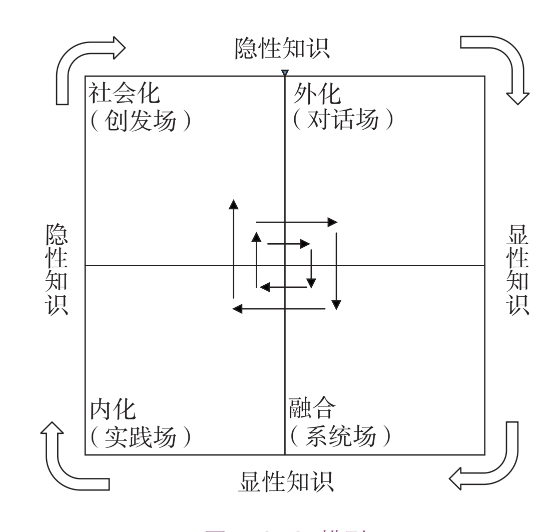


图 1 SECI 模型

于形基于此模型，解释了中医药领域中显隐性知识的转换 [5]。针对中医药知识数据的采集都是基于隐性知识的前提，针对不同患者收集相关信息或提供中医药知识也是将中医药隐性知识转换成显性知识的过程。而在中医药信息服务技术中，应用服务平台只是进行简单的数据录入和保存，并未对数据进行深层次的加工，如电子病历。在智慧医疗体系中，应更加注重数据服务，在数据搜集、处理方面，智慧医疗因其集成特点，将各平台数据依靠云计算进行协同处理，并根据不同的需求开展个性化

DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.006

的数据服务。

为了更好地在复杂的隐性知识中有效地提取出有针对性的信息，国内研究者引入知识服务类理念和大数据手段到中医药领域中。

2.1 知识发现

中医药是经验科学，与其他学科相比，中医药领域对于经验的依赖性更强，了解、分析医案医方以及名老中医的诊断经历可以推进中医药领域体系的发展，因此处理、分析这些数据一直是中医药领域的研究侧重点。

中医药领域的数据虽然庞大，但是与其他学科相比，其数量级较小。崔蒙等[6]认为，中医药数据是具有大数据特征的全数据，也可称为知识密集型数据。中医药领域知识的数量级虽然不大，但是其种类多，且多以文言文表达的文档中蕴含的知识量的量级大，具备了大数据的一般特征，因此大数据技术是完全适用于中医药领域数据的。在中医药数据不断积累的情况下，在中医药领域使用大数据技术已成为必然。知识发现是其中常用的手段。

对于非结构性、异构性强的知识密集型数据，使用知识发现手段可以很好地挖掘出其中蕴含的数据。曲建升等[7]基于知识发现，制定了4个指标，提出了异构信息标准化提取模式。张元鸣等[8]则提出了一种基于非结构化表格文档的数据抽取方法。本研究融合了两种方法，总结出基于中医药领域知识的知识发现流程，如图2所示：

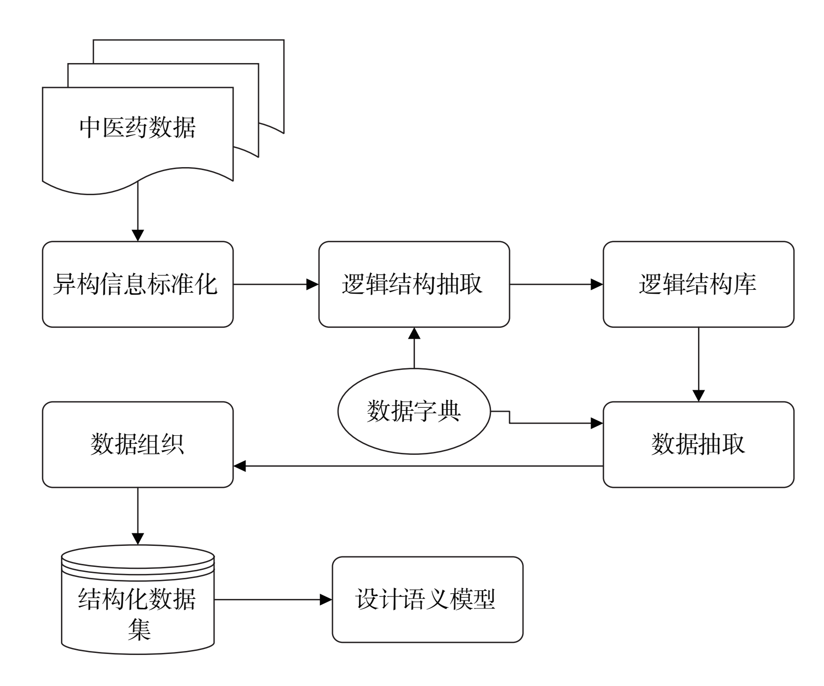


图2 中医药领域知识发现流程

中医药数据首先应进行异构信息标准化，将所有数据转化为统一标准。然后按照数据字典中规定的数据结构将数据以表格形式存储，并识别表格中主键，建立表格间的逻辑结构，形成逻辑结构库。之后按照表格逻辑结构和数据字典抽取表格中的数据，形成数据组织，再进一步形成结构化数据集，并基于数据集设计语义模型。

在构建语义模型过程中，存在着很多具体问题，如数据处理和知识推理。数据处理是整个语义模型的基础，龚光明等[9]基于生物医药领域的文本研究出一种文本聚类方法，通过考虑每个维度的语义，且不设过多主观性参数来改进聚类质量。罗恩韬等[10]提出了基于语义特

征阈值的层次聚类方法提高数据处理的效率。此两种方法都考虑了不同领域中文档语义的差异性，都是基于语义特征的聚类方法。可以适用于中医药领域的文档处理，但上述两种方法对语义的处理不够，尤其是中医药中文言文本的语义。

知识推理是智慧化的基础，在知识推理中比较常用的方法是贝叶斯网络，贝叶斯网络可以完成基于现有事实对于未来的推断，这一点在医疗领域中显得极为重要，尤其是在智慧医疗体系中，基于数据进行病症的分析推理是其智慧性的体现。

医疗领域中，高可信度的预测是个性化医疗的最终目标 [11]。但在医疗领域中，特别是在中医药领域诊断中存在着大量的不确定性，不确定性的来源是多方面的，但大体上可以分为两类：一类是信息的缺失另一类是信息的不可靠。谢红薇等 [12] 认为本体可以表示出一个领域知识的组织结构，能解决信息的不完整问题，而信息的不可靠问题则可以靠贝叶斯网络解决，本体和贝叶斯网络通过图结构相互转换，将本体实例映射为贝叶斯网络变量，完成医学诊断的推断。但是上述方法是基于西医体系完成的映射转换，若要将其应用于中医领域，如何完成中医药中复杂的理念关系的转化是未来的研究重点。

2.2 知识服务

中医药因其独特的思维模式，其中蕴含的知识大多晦涩难懂。将知识服务理念引入到中医药领域，可以以准确、易懂的形式向用户提供服务。于彤等 [13] 构建了中医药防治哮喘病知识服务平台，可以用来发掘潜在的、有用的知识。同时，也初步建立了“中医证候知识库”[14]。林晓华等 [15] 通过案例分析，研究了信息需求、团队协作、学科知识背景和沟通反馈机制 4 个因素，提出了优化中医药学科知识服务的模式，但是该服务的对象是中医药科研人员，而不是向普通用户提供服务。任玉兰等 [16] 围绕中医药古籍构建知识服务，但是此服务只是给古籍的利用和保护添加了新的途径，对于普通用户来说，并没有实质上的帮助。知识服务有着诸多特点 [17]，由于医药领域的特殊性，中医药领域的知识服务存在无形性和个性化的特点。而目前的中医药领域中，知识服务研究仍未集中在个性化上。国内面向普通用户的个性化知识服务研究大多集中在图情领域，曾子明等 [18] 提出了一种嵌入式知识服务模式，以读者为中心提供知识服务，中医药领域可参考该模式，构建智慧中医的相关服务模式，实现用户与资源间的互联互通。同时，移动互联网的出现加速了中医药知识的传播，它允许人们在任何时间、任何地点访问并且获取满足自己需求的知识，这符合应璇提出的精细化知识服务理念 [19]，许多中医药 App 都可以提供这样的服务，但是朱毓梅 [20] 经过调查后发现，人们获取中医药知识的主要渠道是书籍、广播和电视，人们比较相信此类获取信息的渠道，而对网络上获取的信息则不信任。由此看来，网络知识缺乏权威性，且众多中医 App 提供的知识十分杂乱，没有统一性，应建立起统一的术语标准以及一个可共享、可扩展的数据库。

知识服务的源头是中医药数据，若是不能整合中医药数据，知识服务的可信度和权威性将会大大降低。中医药领域的知识服务面临的问题是如何整合异构性强且含糊的中医药数据，而最为行之有效的方法便是构建中医药本体，约束中医药数据。同时，随着本体等新型资源的出现，对于知识的管理和服务模式及方法也要进行相对的创新 [21]。

2.3 大数据处理

中医是基于实践的经验科学体系。几千年来累计下来和不断丰富的医药数据是中医发展的核心。大数据处理技术使得中医药数据的处理更为快捷和准确，大数据在医学中的应用更是带来了精准医疗体系。吴其国等 [22] 研究中医药领域 6 个方面的知识，认为大数据与中医药领域知识的结合将会越来越紧密。杨薇等 [23] 认为大数据的应用可以挖掘出中医药的使用特

知识管理论坛，2018（2）:49-60
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.006

征与规律，有利于中医药的传承与发展。程小恩等[24]构建了中医药医联体大数据平台，以期能够更好地利用中医药医疗资源。王济等[25]构建了中医体质学大数据的系统框架，用来指导中医药领域的实践。吕庆莉[26]将数据挖掘和复杂网络相结合，构建扩展网络，研究中医药配方规律。范美玉[27]认为大数据分析技术是精准医疗应用支撑技术体系中的主要技术。中医药以人为核心，以实践为基础的理念相比西医更加符合精准医疗的特点。刘超男等[28]结合中医辨证论治和大数据处理，基于大数据偏序结构生成原理，提出"精准化中医"的可行模式。

作为知识密集型数据，使用大数据处理的方式，能够将中医药数据中隐含的知识挖掘出来，但基于大数据的关于中医药的研究集中在整合中医药资源上，如何将大数据应用到面向普通用户的中医药服务中，是目前大数据在中医药领域应用的研究重点。

有研究基于智慧医疗、中医药、大数据的特点，提出了基于大数据技术的智慧中医体系结构图，如图 3 所示[29]：

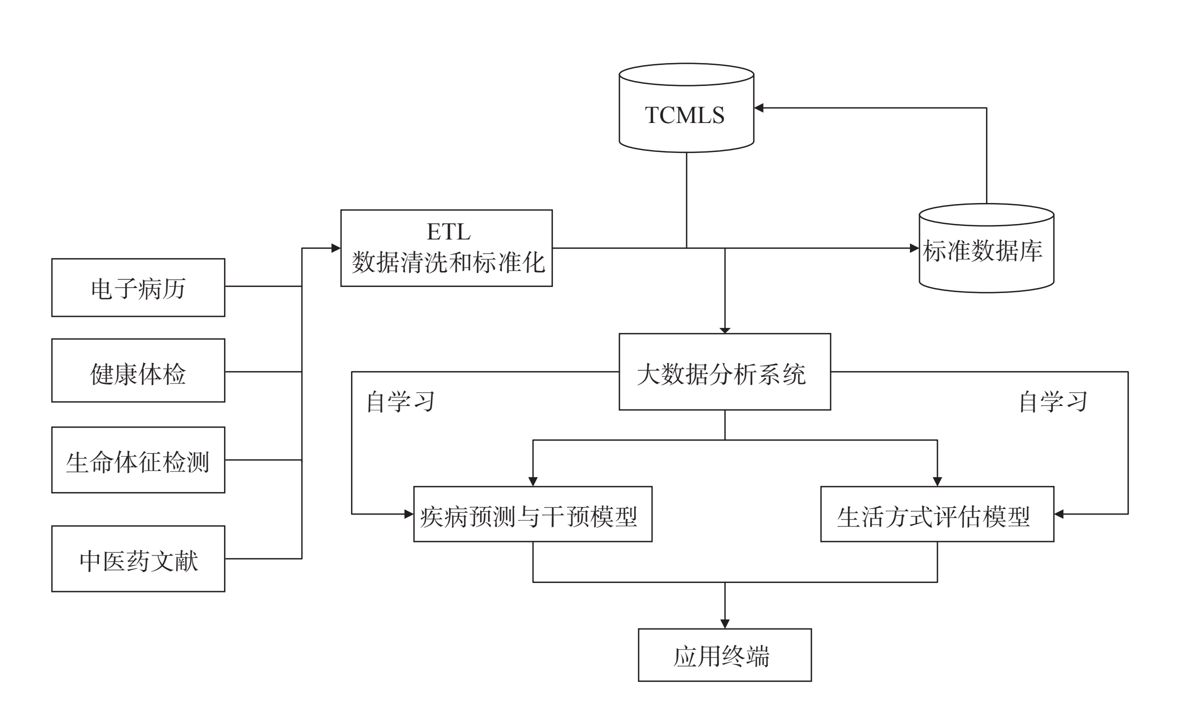


图 3 基于大数据技术的智慧中医框架

智慧中医体系实现的关键在于数据处理，数据处理是其核心所在，也是保障智慧性的关键。在框架图中，数据经由大数据分析系统，然后生成相应的应用模型。这也是智慧中医与中医信息服务技术在应用服务平台上最大的区别。中医信息服务技术只是简单进行数据的搜集和存储，智慧中医体系通过各模块的协同，统筹数据分析，并最终生成个性化的治疗方案和路径。

3 信息基础支撑体系

智慧中医体系中，信息基础支撑体系指的是数据的存储体系和处理体系。数据的存储和处理是系统的核心，支撑着整个系统的运行。同时，中医药由于思维模式的不同，并不适合形式逻辑体系，而语义网技术可以以语义关联的方式将中医药的思维模式体现出来[20]。在医药领域中，语义网最直接的应用就是医药语言系统的构建。目前，国内外都有较成熟的医药

语言系统，旨在规范行业语言标准，如一体化语言系统（Unified Medical language System，UMLS）、中医药语言系统（Traditional Chinese Medical Language System，TCMLS）、中文一体化医学语言系统（Chinese Unified Medical Language System，CUMLS）、临床医学知识库（Clinical Medicine KnowledgeBase，CMKB）。医药语言系统的对比如表 2[30-33] 所示：

表 2 医药语言系统对比

名称	结构	信息
UMLS	元词表、语义网络、专家词典	语义类型 133 种
TCMLS	元词表、语义网络	语义类型 111 种
CUMLS	医学词表、语义网络、对应转换系统	
CMKB	疾病库、药物库、检查库	疾病信息 2 000 条，药品信息 1 500 多条，预计收录检查项目 500 多条

语言系统的使用可以降低术语的异构性，但处于语言系统之下的数据库在使用过程中仍然会产生信息孤岛的现象。加强数据之间的联系，增强数据间的推理功能，是未来中医药领域数据处理的方向。

同时，语义网技术的核心是基于数据建立标准格式，这使得语义网在整合不同系统时具有巨大优势。于彤认为，多个 RDF 陈述可以不断地组合成为 RDF 图，而领域知识可以通过 RDF 图表达出来。并且在 RDF 中，使用 URI 表示术语，因而基于 RDF 图的整合不会造成语义的混乱和缺失[34]。RDF 的特性使得中医药领域的各大本体或数据库可以在语义网下完成无语义丢失的融合。

知识库和知识图谱可以很好地将语义技术应用在数据的存储和处理上，智慧中医使用知识库存储相关数据，并使用知识图谱技术进行知识的推理，可以为用户提供更加精准的知识服务。

3.1 知识库

中医药数据大多晦涩、难懂，正确地存储、组织、管理和使用数据能够降低数据库中关联的难度。

知识库是一种可操作、可利用的知识集群。高治国认为知识库可以组织知识，使其变得有序化。在对医学信息与数据库技术研究后提出了 7 个步骤的知识建模流程，具体流程如图 4[35] 所示：

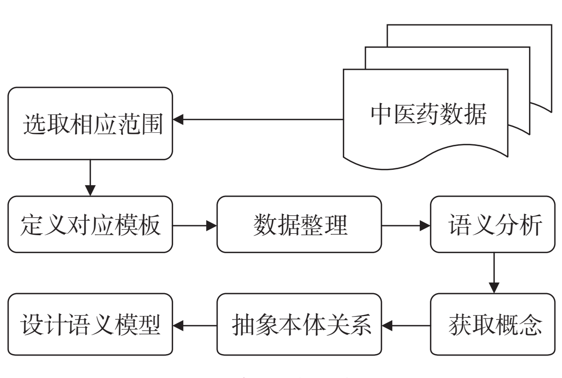


图 4 知识建模流程

陈梅姝[36]认为，中医药现代化的难点在于无法有效地研发出机理明确、组分清晰的现代中医药，并提出了建立中医药化学成分结构信息知识库。张帆[37]在建立方剂知识库的过程中，对于中医方剂智能分析系统知识库进行了改良设计。李敬华[38]将本体技术、知识库、Agent 技术有机地组织成一个整体，用中间表达集合对知识链进行概念化，构建了面向临床决策支持的中医脾胃病本体知识库。于琦[39]以关系数据库为底层，按照中医养生分类体系，设计关系模型，构建了中医养生知识库。

上述知识库重点集中在知识的组织和存储上，知识之间的关联也十分紧密。但是，集中在知识服务上的研究较少。同时，不同知识库之间的知识类型不同，但知识库之间会有相互

知识管理论坛，2018（2）:49-60
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.006

重叠的地方，如何在排除异构的情况下又能摆脱信息孤岛的现象，且有针对性的进行知识服务，这是中医药知识库未来需要关注的方向。

3.2 知识图谱

知识图谱通过相关理念和技术，可视化地展示相关数据的关系和结构。知识图谱是对客观世界的知识映射。利用知识图谱描述中医药领域知识，可以直观地将中医药数据间的语义关联和衍生关系呈现出来。贾李蓉[40]从数据来源、研究内容、图形化展示3个方面研究如何构建中医药知识图谱，并认为基于知识图谱，可以发展检索系统、知识地图和百科。该研究的基础基于TCMLS，中医药知识图谱的构建基础也是TCMLS，若要保证知识图谱的质量，必须要对中医药学语言系统不断地进行发展和完善。阮彤[41]在知识图谱构建基础上，基于多种数据分析方法，提出了中医药领域知识图谱的构建流程。该构建流程详细，但步骤较为繁琐，可以融合贾李蓉的方法，基于TCMLS构建中医药知识图谱。如图5所示：

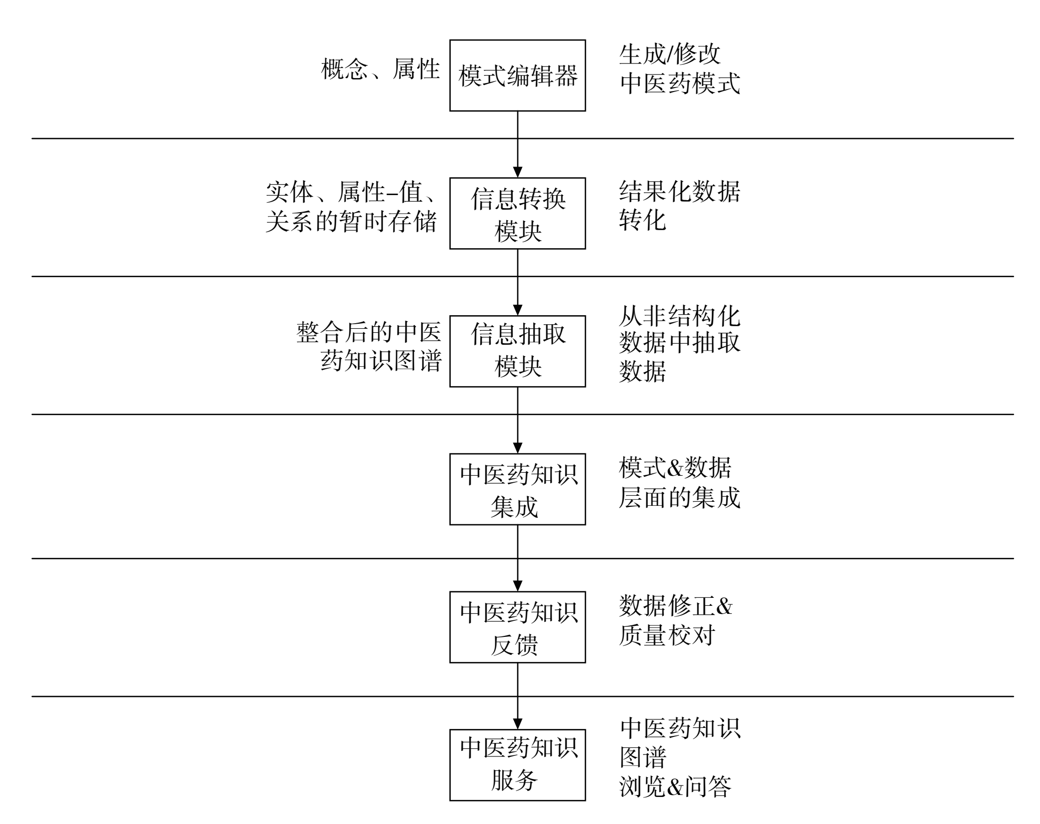


图5 中医药领域知识图谱构建流程

知识图谱可以形象地展示事物间的关系，可以使知识的获取更加便捷。思维导图作为一种思维工具，可以认为是一种简单的知识图谱。以智慧医疗体系和文章各级标题为基础，本研究创建了智慧中医的思维导图，见图6。

在知识图谱中，每个术语都可以看成一个节点。根据这些节点间的连接，知识图谱可以将领域知识的脉络清楚地展示出来。而清晰的知识体系结构是智慧医疗推理的前提。中医药知识图谱是智慧中医智慧问答的基础，也是智慧推理的保障。智慧中医的大数据分析系统以知识图谱为基础，综合流入的数据，最终生成个性化需求的模型。

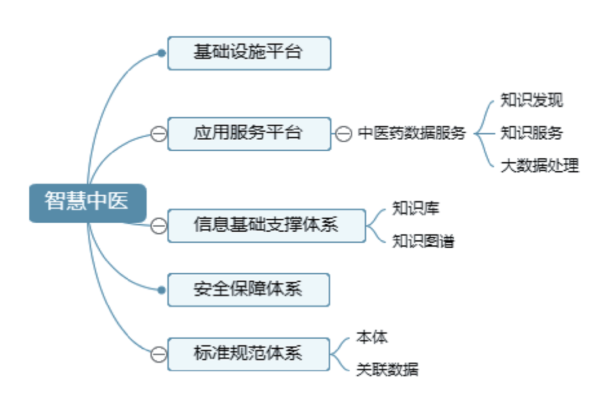


图 6 智慧中医结构图

4 标准规范体系

智慧中医与中医信息化都是基于对医疗信息的处理，完成相应任务。中医信息化只是简单的解决医疗信息的收集和存储问题，而智慧中医能够整合各方面资源，建立一个协同的系统。而构建协同系统，实现信息共享，首要任务是定义关于信息、数据、知识的标准规范体系。在智慧中医中，使用本体可以约束术语，而关联数据则提供数据间关联的规范，此两者可以构建智慧中医中的数据标准规范体系。

4.1 本体语义方法

中医药是一个异常庞大的领域，其中包含各种药方古籍、中医思维、诊疗手段，但由于其地域分布广、时间跨度大、主观观点浓厚，再加上汉语的特点，使得现存的中医医学典籍和近代医学名家留下的医案的知识表达较为模糊，缺乏一个统一的规范。而本体正是一种概念层次上的规范。倪萍 [42] 认为本体的特性使其具有良好的概念层次结构，可以在语义层次上描述知识，从而实现了逻辑推理。这也是智慧中医推理机制的基础。

本体可以大致分为顶层本体、领域本体、通用本体和任务本体。目前国内有不少学者都针对不同中医药领域构建本体，如，于彤 [43] 基于 OWL 针对中医象思维进行语义建模；许雯 [44] 基于温病古籍构建本体。本体构建的大致流程是先确定顶层本体，在顶层本体的基础上构建领域本体，最后是对本体进行评价。构建本体的第一步是确定该领域的顶层本体，顶层本体约束着整个领域的本体，决定本体的具体内容。在本体的构建过程中，为了赋予本体相关功能，可以使本体与相关模型相互转换，如贝叶斯模型。本体构建完成后应及时对本体的使用和服务进行评价，这对本体的修改及相关领域本体的构建具有重大意义。

4.1.1 顶层本体

顶层本体是对现实世界的客观反映，约束着领域知识的使用，产生领域本体的概念。于彤 [45] 介绍了健康信息学—中医药学语言系统的语义网络框架，该框架是 ISO 出台的相关技术规范，是基于中医药领域的标准化顶层本体，为中医药领域的相关概念提供了规范，对于中医药领域的相关规范产生了极大影响。贾李蓉 [46] 对中医药语义网络的顶层框架进行了研究，具体的方法是构建中医药学语言系统，在概念层次上对中医药领域术语进行分析、处理，最终建立概念层次结构，表达概念间的复杂联系。顶层本体是决定领域本体的整个走向的本体，必须将中医药领域独特的理念、关系展现出来，上述提到的两种顶层本体，都是基于 TCMLS 的，这与中医药领域的知识图谱的情况类似，必须要对 TCMLS 进行不断地发展和改进。龙海 [47] 比较了 4 种主流的顶层本体，分别是 GFO（通用形式化本体）、SUMO（推荐上层合并本体）、DOLCE（语言学和认知工程的描述本体）和 BFO（基本形式化本体），具体如表 3 所示：

表 3 顶层本体分类

顶层本体	特征
GFO	支持各种领域本体，包括生物学、医学、经济学等众多领域
SUMO	致力于实现数据的互操作、信息检索、自动推理和自然语言处理
DOLCE	帮助已形成的概念模型显式化
BFO	成为某些特定的科学研究的顶层本体框架

知识管理论坛，2018（2）:49-60
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.006

由于 GFO 的特性，龙海[48]认为 GFO 在中医药领域本体的构建过程中有独特的优势。

4.1.2 本体的构建

中医药领域的知识多而杂，若手工构建本体，则极度依赖专家经验，效率低下[49]，所以自动构建的方法适合中医药领域本体。郑学伟[50]提出一种本体自动构建的算法，即经过文档预处理，基于图的文档进行概念提取，关系运算得出最后结果，概念分析采用马尔可夫聚类生成，约束条件采用 gSpan 算法，生成的结果由反馈评价系统进行评估，不符合条件的概念和关系返回后重新演绎生成；朱利达[51]提出了 FIU-CTWC 双聚类算法，解决一维聚类在本体中不能聚出多重语义的问题；该算法的双聚类部分包括候选集合，DMC 聚类算法。对于中医药领域本体的自动构建，可以将双聚类算法引入解决中医药知识语义含混问题，增加本体的精确性。

在本体的构建过程中，尤其是在中医药领域中构建本体，将知识中所蕴含的特殊理念表达出来是首要目的，其次是规范术语的运用。中医药领域本体构建的未来研究重点是将基于中国特色哲学的中医药知识理念完美地、精准地展现出来。

4.1.3 本体服务与评价

中医药涵盖多个专业领域，如证候、医案、中药等，这些领域虽然侧重不同，但都同属于中医药领域，都源于中国古典哲学的思维，从这个方面来说，这些领域都有共同点。从共同点出发，不论是建立一个标准的中医药领域本体构建流程或标准，还是一个管理平台，都可以减轻构建本体的工作量，可以管理大部分中医药领域本体。于彤[52]采用互联网技术实现中医药本体服务系统，该服务平台可面向本体加工人员提供本体加工、审校、托管等服务，还可进行中医药本体的上传、管理、维护和下载，该系统分为本体知识库、本体协同加工和本体可视化等 3 个子系统。

TCMLS 是目前较为全面的中医药本体，但是它依然不能很全面的将中医药术语间的语义联系关系表达出来，贾李蓉对 TCMLS 的合理性与实用性进行评价，分别运用本体论法、分类法、比较法、德尔菲法和软评价法从框架分类合理性、术语完整性和语义关联准确性对该系统进行评估，最终得出评价结果，结果显示 TCMLS 的学科分类合理，语义分类较为合理，术语较为完整，但语义关联精度十分低[53]。关联精度低的原因之一是 TCMLS 建立初期是按照 UMLS 模式进行的，虽然添加了中医的独特理念在里面，但仍然无法较好地表达出中医药中特殊的关系。国内大部分中医药本体的构建都借鉴了国外本体的构建方法，在顶层本体和语义类型上的设定方面能够较好、较清楚地表现中医药的脉络，但语义类型之间的关联不紧密，中医药领域间独特的思维关系无法体现出来。

构建医药本体要考虑的不仅是技术问题，更需要考虑的是文化因素。构建适应所处文化的本体，是未来中医药本体的发展方向。

4.2 关联数据

关联数据是一种使用网络连接相关数据或降低连接难度的方法。B.L.Tim[54]认为，语义网是数据网，但更多的是制造数据间的关联；李楠[55]认为关联数据提供了一个更通用、更灵活的出版范式，它使得数据消费者更容易发现和整合来自不同数据源的大量数据。在人们对中医药知识普遍不了解的情况，大量的相关信息可以在某种程度上保证数据的可靠性。同时，关联数据可以加强中医药领域数据间的语义联系，并支持基于关系的检索和浏览。白海燕等[56]将关联数据之间的关联构建分为映射关联和非映射关联，并分析了 3 种自动关联构建的方法：基于实体的文本映射，基于图相似度的映射和基于规则的关联构建。中医药中理念、术语间的关系都可以抽象成为相关的规则。

中医药领域的知识术语主观性强，语义类型众多。且其中术语的异构性阻碍了术语间的相互关联。关联数据为智慧中医提供了一种连接的范式，加强了智慧中医体系的数据连接。

经由数据分析系统分析的数据都是以关联数据为范式的，这样可以确保智慧中医体系的推理能力。

关联数据因其在数据连接上的优势，是实现智慧医疗的关键，可以为人们提供快捷、公平的服务。尤其是在中医药领域，知识的模糊性极大地阻碍了传播，也将智慧医疗体系的构建难度提高。关联数据能够加强中医药语义类型间的语义关联，加强智慧医疗体系中的推理功能，消除知识的模糊性。

5 结语

智慧中医是中医信息化的集成与发展，表 5 展示了两者在相同架构上的区别。本研究结合目前智慧中医在服务平台的数据服务、基础支撑体系和标准规范体系 3 个方面，分别以这 3 个领域中技术的实现程度分析了智慧中医的研究现状。

表 5 智慧中医与中医信息化在相同架构的异同

体系	中医信息化	智慧中医
应用服务平台	HIS	大数据处理
应用支撑云平台	EMRS、PACS	知识库、知识图谱
标准规范体系	行业规范	TCMLS、本体、行业规范

5.1 在数据服务方面

大数据体系下的智慧中医应该更加注重在数据服务中添加中医药特色，并引入知识发现、知识服务等理念对数据进行加工、存储和管理。但目前数据服务的质量不高，对数据消费者来说，中医药知识仍然显得杂乱、模糊，且公开程度有限。未来，中医药数据服务将会向着更加公开、标准的方向发展，并可以添加特色服务，比如养生等。

5.2 在信息基础支撑体系方面

各大知识库的建立加强了知识服务，语义网的简单实现（知识图谱等）也为中医药的智慧化提供了基础。但各大中医药知识库在知识服务上的研究较少，仅专注于知识的存储和管理。同时，中医药领域的各类知识并非是独立的，而是密切相关联的，在知识库的构建过程中，要防止知识、术语的异构产生。不论是中医药领域工作者，还是非工作者，智慧中医的主要目的之一就是提供更好的服务给人们。知识服务将是未来智慧中医的研究重点，智慧中医可以以不同的内容形式向使用者提供服务，如系统可以根据使用者具体状况分析，提供药方或者预警警示。

5.3 在标准规范体系方面

国内已构建了基于中医药不同领域的相应本体来约束对应领域的术语使用，大部分本体都是基于 TCMLS 建立的，而 TCMLS 中，语义类型间的相互关联并不密切。智慧中医的研究应该以表达中医药独特思维方式为主，建立起相应的领域术语涵盖充分、可共享、可扩充的本体。

总之，智慧中医的研究将会向构建适合本体、实现共享和扩展、加强语义关联和数据、知识服务的方向发展。

参考文献：

[1] 邱鸿钟 , 闫志来 , 梁瑞琼 . 中医药消费者信心指数研究 [J]. 中国卫生产业 , 2016, 13(5): 32-34.
[2] 武琼 , 陈敏 . 智慧医疗的体系架构及关键技术 [J]. 中国数字医学 , 2013(8): 98-100.
[3] 巩献田 . 浅谈钱学森的中医观——钱老关于中医部分论述之刍议 [J]. 首都师范大学学报社会科学版 , 2008(S1): 52-79.
[4] TAKEUCHI, HIROTAKA. The knowledge-creating company[M]. Oxford：Oxford University Press, 1995: 79.
[5] 于彤 . 知识服务 : 语义 Web 在中医药领域的应用研究 [D]. 杭州 : 浙江大学 , 2011.
[6] 崔蒙 , 李海燕 , 雷蕾 , 等 . " 大数据 " 时代与中医药 " 知识密集型 " 数据 [J]. 中国中医药图书情报杂志 , 2013, 37(3): 1-3.
[7] 曲建升 , 刘红煦 . 知识发现中异构信息标准化处理研究——以资源环境领域文献为例 [J]. 图书情报工作 , 2016, 60(6): 84-90.
[8] 张元鸣 , 陈苗 , 陆佳炜 , 等 . 非结构化表格文档数据抽取与组织模型研究 [J]. 浙江工业大学学报 , 2016, 44(5): 487-494.
[9] 龚光明 , 王薇 , 蒋艳辉 , 等 . 基于领域本体的文本资料

知识管理论坛，2018（2）:49–60
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2018.006

聚类算法改进研究 [J]. 情报科学 , 2013(6): 129-134.
[10] 罗恩韬 , 王国军 . 大数据中一种基于语义特征阈值的层次聚类方法 [J]. 电子与信息学报 , 2015, 37(12): 2795-2801.
[11] SAKHANENKO N A, GALAS D J. Probabilistic logic methods and some applications to biology and medicine[J]. Journal of computational biology a journal of computational molecular cell biology, 2012, 19(3):316-36.
[12] 谢红薇 , 闫婷 , 车晋强 . 本体驱动的贝叶斯网络模型在医学诊断中的应用 [J]. 太原理工大学学报 , 2016, 47(3): 389-393.
[13] 于彤 , 李敬华 , 于琦 , 等 . 中医药防治哮喘病知识服务平台研发 [J]. 中国数字医学 , 2017, 12(6): 85-87.
[14] 于彤 , 杨硕 , 贾李蓉 , 等 . 面向中医证候学研究的知识服务系统研发 [J]. 中国医学创新 , 2014(21): 120-123.
[15] 林晓华 , 林丹红 . 基于用户信息需求的中医药学科知识服务实践案例 [J]. 中华医学图书情报杂志 , 2013, 22(2): 36-39.
[16] 任玉兰 , 李政 , 梁红 , 等 . 中医古籍数字化建设与知识服务模式的构建 [J]. 世界科学技术 : 中医药现代化 , 2013(1): 45-48.
[17] 于彤 , 于琦 , 李敬华 , 等 . 知识服务及其在中医药领域的应用 [J]. 中国数字医学 , 2015(8): 33-35.
[18] 曾子明 , 宋扬扬 . 面向读者的智慧图书馆嵌入式知识服务探析 [J]. 图书馆 , 2017(3): 84-89.
[19] 应璇 , 孙济庆 . 基于大数据的精细化知识服务模型构建 [J]. 科研管理 , 2016, 37(10): 153-160.
[20] 朱毓梅 . 中医药信息需求的调查分析 [J]. 国际中医中药杂志 , 2014, 36(9): 830-832.
[21] 于彤 , 李敬华 , 于琦 , 等 . 中医药知识资源浅析 [J]. 中国数字医学 , 2015(7): 70-71.
[22] 吴其国 , 胡叶青 , 查元 , 等 . 大数据在中医药领域中的应用现状 [J]. 广西中医药大学学报 , 2016, 19(1): 153-156.
[23] 杨薇 , 崔英子 , 杨海淼 , 等 . 医疗大数据在中医药研究领域的应用与思考 [J]. 长春中医药大学学报 , 2016, 32(3): 625-627.
[24] 程小恩 , 温川飙 . 中医药医联体大数据管理平台构建研究 [J]. 中国数字医学 , 2017, 12(4): 2-3.
[25] 王济 , 王琦 . 大数据技术在中医体质学中应用的思考 [J]. 中华中医药杂志 , 2017(3): 901-903.
[26] 吕庆莉 . 数据挖掘与复杂网络的融合及其在中医药领域应用 [J]. 中草药 , 2016, 47(8): 1430-1436.
[27] 范美玉 , 陈敏 . 基于大数据的精准医疗服务体系研究 [J]. 中国医院管理 , 2016, 36(1): 10-11.
[28] 刘超男 , 邓烨 , 李赛美 , 等 . 基于大数据偏序结构生成原理探讨" 精准化中医 "可行模式 [J]. 中华中医药杂志 , 2016(5): 1778-1781.
[29] 余中 . 基于 " 大数据、临床路径、智能物联网 " 三位一体的智慧医疗健康 [EB/OL]. [2017-03-15]. http://www.msra.cn/zh-cn/research/healthcare/chengdu-healthcare-forum/ppt/zhong-yu.pdf.
[30] 于彤 , 陈华钧 , 吴朝晖 , 等 . 中医 " 象思维 " 的 OWL 语义建模 [J]. 中国数字医学 , 2013, 8(4): 29-33.
[31] 许吉 , 邓宏勇 , 施毅 . UMLS 与 TCMLS 语义类型的对比分析 [J]. 中华医学图书情报杂志 , 2010, 19(4): 11-13.
[32] 陈永莉 , 洪漪 . 检索语言在医学信息管理与检索中的应用综述 [J]. 图书情报知识 , 2015(3): 72-79.
[33] 曾召 , 王小平 . UMLS 与中医药一体化语言系统的建立 [J]. 中华医学图书情报杂志 , 2006, 15(3): 1-3.
[34] 贾李蓉 , 董燕 , 田野 , 等 . 中医药学语言系统中的语义类型分析 [J]. 世界中医药 , 2013, 8(5): 563-565.
[35] 于彤 , 李海燕 , 刘静 , 等 . 基于语义网的中医药术语系统融合方法研究 [J]. 中国医药导报 , 2016, 13(1): 92-94.
[36] 高治国 . 中医方剂知识库知识建模方法研究 [J]. 中国中医药现代远程教育 , 2014(9): 1-2.
[37] 陈梅妹 , 赖新梅 , 杨雪梅 . 中医药化学成分结构信息知识库的构建 [J]. 情报探索 , 2013(7):60-61.
[38] 张帆 , 任廷革 , 高全泉 , 等 . 方剂治法模型知识库的扩展设计和建模实验研究 [J]. 中国中医药信息杂志 , 2014, 21(9): 13-16.
[39] 李敬华 , 易小烈 , 杨德利 , 等 . 面向临床决策支持的中医脾胃病本体知识库构建研究 [C]// 世界中联信息专业委员会学术年会暨大数据与中医药国际信息化发展论坛 . 兰州 : 世界中医药学会联合会信息专业委员会 中国中医科学院中医药信息研究所 , 2014: 26-31.
[40] 于琦 , 于彤 , 高宏杰 , 等 . 中医养生知识库构建方法研究 [J]. 世界科学技术 - 中医药现代化 , 2015(8): 1612-1616.
[41] 贾李蓉 , 刘静 , 于彤 , 等 . 中医药知识图谱构建 [J]. 医学信息学杂志 , 2015, 36(8): 51-53.
[42] 阮彤 , 孙程琳 , 王昊奋 , 等 . 中医药知识图谱构建与应用 [J]. 医学信息学杂志 , 2016, 37(4): 8-13.
[43] 倪萍 , 陆宇宏 . 中医方剂领域本体建模和语义推理实现 [J]. 现代情报 , 2012, 32(6): 131-138.
[44] 许雯 . 基于温病古籍知识概念语义网络构建研究 [D]. 北京 : 中国中医科学院 , 2015.
[45] 于彤 , 崔蒙 , 李海燕 , 等 . 中医药学语言系统的语义网络框架 : 一个面向中医药领域的规范化顶层本体 [J]. 中国数字医学 , 2014(1): 44-47.
[46] 贾李蓉 , 于彤 , 李海燕 , 等 . 中医药语义网络的顶层框架研究 [J]. 中国数字医学 , 2015(3): 54-57.
[47] 龙海 , 朱彦 . 论 GFO 的基本框架及顶层本体比较研究 [J]. 中国中医药图书情报杂志 , 2015(5): 18-22.
[48] 龙海 , 贾李蓉 , 朱玲 , 等 . 顶层本体 GFO 在中医药领域本体构建中的应用展望 [J]. 中国中医药图书情报杂志 , 2016(1): 15-20.
[49] 童名文 , 牛琳 , 杨琳 , 等 . 课程本体自动构建技术研究



[J]. 计算机科学 , 2016, 43(S2): 108-112.
[50] 郑学伟 . 基于知识管理的本体自动构建算法研究 [J]. 计算机技术与发展 , 2014(12): 64-68.
[51] 朱利达 , 徐少华 , 韩立新 , 等 . 双聚类算法在本体构建中的应用 [J]. 计算机技术与发展 , 2013(3): 27-30.
[52] 于彤 , 于琦 , 李敬华 , 等 . 中医药本体服务系统 [J]. 中国数字医学 , 2015(6): 105-107.
[53] 贾李蓉 , 朱玲 , 董燕 , 等 . 中医药学语言系统评价体系的研究与建立 [J]. 中国数字医学 , 2012, 7(10): 13-16.
[54] Linked Data[EB/OL]. [2017-03-15].https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html.
[55] 李楠 , 张学福 . 基于关联数据的知识发现模型研究 [J]. 图书馆学研究 , 2013(1): 73-77.
[56] 白海燕 , 朱礼军 . 关联数据的自动关联构建研究 [J]. 现代图书情报技术 , 2010, 26(2): 44-49.

作者贡献说明：
黄 炜：确定选题，提供研究思路和研究方法，指导论文撰写，修改论文并定稿；
程 钰：数据收集，研究相关方法及参考文献，论文主体内容撰写；
李岳峰：指导论文撰写，修改论文并定稿。

Review on the research status of Intelligence Chinese Medicine

Huang Wei Cheng Yu Li Yuefeng
School of Economy and Management, Hubei University of Technology, Wuhan 430064

Abstract: [Purpose/significance] This paper summarizes the research status of intelligence Chinese medicine (ICM), analyzes the problems existing in the study of the ICM, and discusses the direction of future research. **[Method/process]** Through analyzing the present application of smart medical technology and compared with the traditional Chinese medicine information system, this paper found that the research of ICM is mainly focused on three aspects, including TCM data services, information infrastructure support system and standard system, especially the technology realization. **[Result/conclusion]** From three perspectives, this paper puts forward the future research direction that ICM should pay more attention to the localization and service.

Keywords: intelligence Chinese medicine knowledge semantic web ontology